

539,622

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
1 juillet 2004 (01.07.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/056059 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ :

H04L 27/26, 5/02

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2003/051003

(22) Date de dépôt international :

15 décembre 2003 (15.12.2003)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

02 16007

17 décembre 2002 (17.12.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
THALES [FR/FR]; 45, rue de Villiers, F-92200 NEUILLY
SUR SEINE (FR).

(72) Inventeurs; et

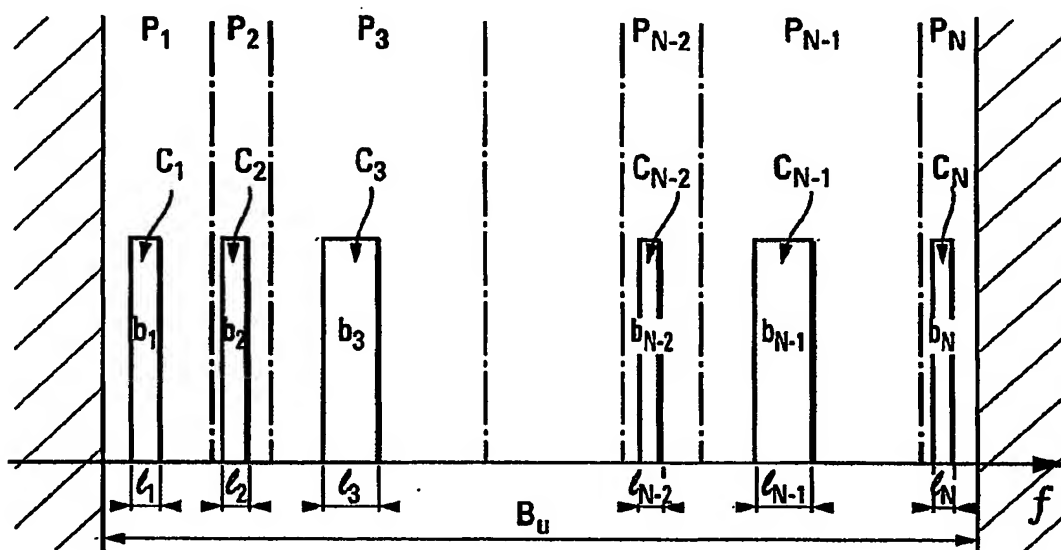
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : LE BRE-
TON, Bruno [FR/FR]; THALES, Intellectual Property,
31-33, Avenue Aristide Briand, F-94117 cedex ARCUEIL
(FR). VASSEUR, Pierre [FR/FR]; THALES, Intellectual
Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 cedex
ARCUEIL (FR). BUREAU, Patrick [FR/FR]; THALES,
Intellectual Property, 31-33, Avenue Aristide Briand,
F-94117 cedex ARCUEIL (FR).(74) Mandataires : LUCAS, Laurent etc.; THALES, Intel-
lectual Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117
cedex ARCUEIL (FR).

(81) États désignés (national) : CA, US.

(84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: MODULATING A DIGITAL SIGNAL IN A FADING FREQUENCY BAND

(54) Titre : MODULATION D'UN SIGNAL NUMERIQUE DANS UNE BANDE DE FREQUENCES AFFECTEE PAR LE FA-
DING

(57) Abstract: Broadcasting on the FM band suffers from one major disadvantage for digital transmission on account of a propagation problem called spatial fading, or flat fading. The invention concerns a method for modulating a digital signal of width L in frequency on a specific useful frequency band. The invention is characterized in that it comprises the following steps: separating the digital signal into N blocks b_n ($1 \leq n \leq N$), partitioning the specific useful frequency band into N adjacent parts P_n , defining channels C_n , of width l_n in frequency, included in one associated P_n part, the channels C_n being separated, distributing each bloc of digital signals b_n over the associated channel C_n .

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/056059 A1

**Publiée :**

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : La diffusion sur la bande FM présente un inconvénient majeur pour la transmission numérique en raison d'un problème de propagation appelé évanouissement (fading en anglais) spatial ou évanouissement plat. L'invention propose un procédé de modulation d'un signal numérique de largeur L en fréquence sur une bande de fréquences utile donnée caractérisé comportant les étapes suivantes Une séparation du signal numérique en N bloc b_n ($1 \leq n \leq N$), Un découpage de la bande de fréquences utile donnée en N parties P_n contiguës, Une définition de canaux C_n , de largeur l_n en fréquence, compris dans une partie P_n associée, les canaux C_n étant séparés, Une répartition de chaque bloc de signaux numériques b_n sur le canal C_n associé.

MODULATION D'UN SIGNAL NUMERIQUE DANS UNE BANDE DE FREQUENCES AFFECTEE PAR LE FADING

5 L'invention concerne la modulation de signaux numériques sur une bande de fréquences utile donnée, notamment la bande FM, et la démodulation associée.

10 Les deux dernières décennies ont vu l'apparition de moyens de stockage audio d'excellente qualité. Cette qualité sonore a été obtenue, notamment, en stockant non plus le signal analogique mais sa version numérique. Ainsi, les disques compact numériques ont écrasés la radiodiffusion existante en terme de qualité du son reproduit. Cette
15 différence de qualité sonore est si importante qu'elle a entraîné une modification du marché : les auditeurs préférant écouter des disques compacts audio à la radio.

Plusieurs normes de diffusion numériques ont alors été mise au point afin d'améliorer la qualité sonore du signal diffusé : DAB, DRM... La
20 diffusion DAB (Digital Audio Broadcasting) mise au point pour remplacer à terme la la diffusion en FM offre l'avantage d'une grande robustesse au phénomène de multi-trajetset est particulièrement bien adaptée à la réception en mobile. Mais, elle présente plusieurs inconvénients majeurs, le coût de déploiement en particulier pour un réseau à large couverture
25 géographique, la nécessité de créer un bouquet de programmes ou de s'associer avec d'autres radio diffuseurs et enfin un coût relativement élevé des récepteurs.

La bande FM analogique étant saturée, la première idée pour
30 augmenter la capacité de couverture locale fut d'utiliser en mode numérique DRM des émetteurs de faible puissance soit en onde moyenne soit dans le haut de la bande onde courtes (26 MHz) peu sollicitée par les radio diffuseurs internationaux.. Pour cela, la bande AM de moins en moins écoutée en raison de la qualité médiocre du son reproduit devait
35 être revalorisée. La solution proposée par la radiodiffusion DRM est la

transmission du signal sous forme numérique dans la bande AM. La qualité sonore de la réception d'un système de diffusion numérique utilisant la bande AM selon la norme DRM en est considérablement améliorée : qualité sonore proche de celle de la diffusion FM analogique voire supérieure dans des conditions de réception soumises à des multi trajets avec des possibilité de services de données associés ou non au programme audio..

Comme tous les opérateurs de diffusion le savent, les ressources allouées à la radiodiffusion sont limitées. La bande AM, même utilisé en numérique, viendra vite à saturation. De plus, si l'utilisation de ces bandes AM pour de la couverture locale se révèle très efficace de jour, il est très difficile d'éliminer tout risque de propagation ionosphérique pouvant créer des interférences indésirables sur d'autres zones de couverture même très lointaine. Il serait donc intéressant de profiter des techniques de diffusion existantes en bande AM et de les transposer en bande FM.

Malheureusement, la bande FM présente un inconvénient majeur pour la transmission numérique. Il s'agit d'un environnement sévère sujet aux multi-trajets. Donc, le problème principal de la bande FM est un problème de propagation appelé évanouissement (fading en anglais) spatial ou évanouissement plat. Cet évanouissement du signal est lié à un phénomène d'interférences locales et dépend de l'endroit où se trouve le récepteur et de la fréquence.

La présente invention permet de pallier ces inconvénients en utilisant le principe que l'évanouissement est différent suivant la fréquence utilisé. Le signal numérique est divisé en plusieurs blocs, chacun étant transmis sur la bande dans un canal séparé des canaux de transmission des autres blocs. Ainsi, lorsque le signal s'évanouit sur une fréquence, seul un bloc est affecté : il n'y a pas de perte brutale de l'information.

L'invention a pour objet un procédé de modulation d'un signal numérique de largeur L en fréquence sur une bande de fréquences utile donnée comportant les étapes suivantes :

3

- Une séparation du signal numérique en N bloc b_n ($1 \leq n \leq N$),
- Un découpage de la bande de fréquences utile donnée en N parties P_n contiguës,
- Une définition de canaux C_n , de largeur I_n en fréquence, compris dans une partie P_n associée,
- Une répartition de chaque bloc de signaux numériques b_n sur le canal C_n associé.

Ce procédé de modulation peut définir les canaux C_n en tenant compte d'une distance minimale prédéterminée entre ces canaux. Cette distance minimale entre les canaux peut être déterminée en fonction du nombre N de canaux, de leur largeur I_n de telle sorte qu'une minorité de canaux soient affectée par le phénomène de fading plat.

Un autre objet de l'invention est le modulateur de signaux numériques sur une bande de fréquences utile donnée mettant en œuvre ce procédé de modulation et comportant :

- des moyens de séparation du signal numérique en N bloc b_n ($1 \leq n \leq N$),
- des moyens de découpage de la bande de fréquences utile donnée en N parties P_n contiguës,
- des moyens de définition de canaux C_n , de largeur I_n en fréquence, compris dans une partie P_n associée,
- des moyens de répartition de chaque bloc de signaux numériques b_n sur le canal C_n associé.

En outre, l'invention propose un démodulateur de signaux numériques transmis sur une bande de fréquences utile donnée par un émetteur comportant un modulateur tel que décrit ci-dessus. Le démodulateur comporte:

- des moyens de balayage des N canaux C_n permettant de lire les N blocs b_n de signaux répartis sur ces canaux,
- des moyens de recombinaison des N blocs lus \hat{b}_n dans les N canaux C_n en un signal numérique $\hat{s}[m]$.

4

De plus, l'invention a pour objet un émetteur de signaux numériques sur une bande de fréquences utile donnée comportant au moins une chaîne d'émission comportant un modulateur tel que celui décrit ci-dessus. La chaîne d'émission comporte un codeur correcteur d'erreurs transmettant au modulateur le signal numérique codé.

Selon l'invention, il est aussi proposé un récepteur de signaux numériques transmis sur une bande de fréquences utile donnée par cet émetteur. Le récepteur comporte un démodulateur tel que celui décrit ci-dessus et un décodeur associé au codeur correcteur d'erreurs de l'émetteur recevant le signal numérique recombinaison $\hat{s}[m]$ par le démodulateur.

Dans une variante de l'invention est proposé l'utilisation de l'émetteur et du récepteur décrits ci-dessus pour la transmission de signaux numériques dans la bande FM.

Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description, faite à titre d'exemple, et des figures s'y rapportant qui représentent :

- Figure 1, une représentation fréquentielle générale de l'utilisation de la bande de fréquences utile donnée lors de l'émission d'un signal numérique selon l'invention,
- Figure 2, une représentation fréquentielle d'un exemple d'utilisation de la bande FM lors de l'émission d'un signal numérique sur deux canaux distincts selon l'invention,
- Figure 3, une représentation fréquentielle générale de l'utilisation de la bande de fréquence utile donnée lors de l'émission de plusieurs signaux numériques selon l'invention,
- Figure 4, un schéma simplifié d'un modulateur de signaux numériques sur une bande de fréquences utile donnée selon l'invention,
- Figure 5, un schéma simplifié d'un démodulateur de signaux numériques transmis sur une bande de fréquences utile donnée selon l'invention,

5

– Figure 6, un schéma simplifié d'un émetteur de signaux numériques sur une bande de fréquences utile donnée comportant plusieurs chaîne d'émission selon l'invention,

– Figure 7, un schéma simplifié d'un récepteur de signaux numériques transmis sur une bande de fréquences utile donnée selon l'invention .

La figure 1 représente l'utilisation de la bande de fréquences utile donnée B_u par le signal numérique lors de son émission. Le procédé de modulation selon l'invention divise le signal numérique $s[m]$ en N blocs b_1 à b_N . Le signal numérique $s[m]$ ayant une largeur en fréquence égale à L , chacun des N blocs $\{b_n\}_{(1 \leq n \leq N)}$ a une largeur en fréquence respective l_n telle que leur somme soit égale à celle du signal $s[m]$: $\sum_{n=1}^N l_n = L$. La bande de fréquences utile donnée est quant à elle divisée en N parties P_n . Dans, chacune de ces parties P_n est définie un canal C_n de largeur l_n dans lequel sera répartie le signal du bloc b_n associé.

Les largeurs l_n des canaux C_n peuvent être tous différents ($l_1 \neq l_2 \neq \dots \neq l_N$), égaux ($l_1 = l_2 = \dots = l_N$) ou encore certains peuvent être égaux et d'autres différents ($l_f = l_g = \dots = l_h, \dots, l_i = l_j = \dots = l_k$ et $l_a \neq l_b \neq \dots \neq l_c \neq l_e \neq \dots \neq l_g, 1 \leq a, b, c, f, g, h, i, j, k \leq N$). Si les N canaux C_n sont de largeurs identiques, leur largeur est égale à un N ième de la largeur du signal numérique L : $l_n = L / N, \forall 1 \leq n \leq N$.

Lors de la définition des canaux C_n , ceux-ci sont séparés. Cette séparation est égale à une distance minimale prédéterminée. La distance minimale entre les canaux C_j et C_{j+1} peut être différente de celle prédéterminée entre les canaux C_j et C_{j+1} . La distance minimale peut être déterminée en fonction du nombre N de canaux $\{C_n\}$, de leur largeur l_n , et de la largeur moyenne de bande de fréquences affectée par le phénomène de fading plat. Cette distance minimale permet qu'un nombre prédéterminé maximum de blocs $\{b_n\}$ soit affecté par le phénomène d'évanouissement plat (« fading » plat selon la terminologie anglo-saxonne). Ainsi, la perte d'information n'est pas brutale. Ce nombre

maximum peut être déterminé tel qu'une minorité de canaux C_n /blocs b_n soit affectée.

Ce procédé de modulation peut donc être utilisé pour la transmission sur toutes bandes de fréquences susceptibles d'être affectées par le phénomène de fading plat, en particulier la bande FM.

La figure 2 représente l'utilisation de la bande FM B_u par le signal numérique lors de son émission. Dans le cas illustré par la figure 2, la modulation proposée est une version simplifiée du procédé de modulation selon l'invention. En effet, le procédé de modulation divise le signal numérique $s[m]$ en deux blocs b_1 et b_2 . Le signal numérique $s[m]$ ayant une largeur en fréquence égale à L , chacun des deux blocs b_1 et b_2 a une largeur en fréquence respective l_1 et l_2 telle que leur somme soit égale à celle du signal $s[m]$: $l_1 + l_2 = L$. Dans le cas de la figure 2, les largeurs des

deux blocs b_1 et b_2 sont égales $l_1 = l_2 = l = L / 2$. La bande FM est quant à elle divisée en deux parties P_1 et P_2 . Dans, chacune de ces parties P_1 et P_2 est définie un canal C_1 , respectivement C_2 , de largeur L dans lequel sera répartie le signal du bloc b_1 , respectivement b_2 , associé. Afin de transposer la norme DRM à la bande FM, les blocs b_1 et b_2 pourront être de $l = 20$ kHz de largeur.

La bande de fréquences, quelle que soit son utilisation peut être occupée par plusieurs signaux numériques provenant d'un ou plusieurs opérateurs. Par exemple, plusieurs opérateurs se partagent la bande FM pour diffuser des émissions radiophoniques.

La figure 3 illustre ce partage de la bande FM par plusieurs signaux numériques. Chacun des Q signaux $\{s^q[m]\}_{(1 \leq q \leq Q)}$ est divisé en deux blocs b_1^q et b_2^q . Comme sur la figure 2, la bande FM est découpée en deux parties P_1 et P_2 . Dans, chacune de ces parties P_1 et P_2 sont définis Q canaux C_1^q , respectivement C_2^q , de largeur l . Dans chaque canal C_n^q est réparti le signal du bloc b_n^q associé. Lorsqu'une ou plusieurs distances minimales sont déterminées pour les canaux $\{C_n^q\}$, sur lesquels sont

7

répartis les blocs b_n^1 d'un signal $s^1[m]$, elles sont identiques pour les canaux $\{C_n^q\}$, sur lesquels sont répartis les blocs b_n^q de tous les signaux $s^q[m]$.

5 Le nombre de parties P_n n'est pas limité à deux, mais peut dépendre de la largeur moyenne de bande de fréquences affectée par le fading plat. Par exemple, la bande de fréquences utile donnée peut être divisé en partie ayant une largeur égale à la largeur moyenne de bande de fréquences affectée par le fading plat.

10 La largeur des canaux C_n^q n'est pas nécessairement identique dans toutes les parties P_n . Mais, la largeur de tous les canaux C_n^q d'une partie P_i donnée est identique ($l_i^1 = l_i^2 = \dots = l_i^Q$).

15 La figure 4 propose un schéma bloc simplifié du modulateur selon l'invention. Le modulateur 30 reçoit un signal numérique $s[m]$ à l'entrée de ses moyens de séparation 31 du signal numérique en N blocs b_n . Le modulateur 30 reçoit les caractéristiques de la bande de fréquence utile donnée B_u dans laquelle le signal $s[m]$ doit être émis. La connaissance
 20 par ces caractéristiques de la bande de fréquence utile donnée B_u permet aux moyens de découpage 32 de diviser la bande B_u en N parties P_n . Les caractéristiques des N parties P_n sont transmises par les moyens de découpage 32 aux moyens de définition 33. Les moyens de définition 33 détermine le canal C_n de largeur l_n correspondant à chacune des N
 25 parties P_n . A chaque canal C_n correspond un bloc b_n de même largeur l_n . Ainsi, les N blocs de signaux b_n en sortie des moyens de séparation et les caractéristiques des N canaux C_n en sortie des moyens de définition 33 sont transmis à l'entrée des moyens de répartition 34. Les moyens de répartition 34 affectent chaque bloc b_n au canal C_n associé permettant
 30 d'obtenir une répartition du signal sur la bande de fréquence utile donnée B_u tel que représenté par la figure 1.

La figure 5 propose une représentation sous la forme d'un schéma blocs simplifié d'un démodulateur 80 de signaux numériques transmis sur

8

une bande de fréquences utile donnée par un émetteur comportant un modulateur tel que celui illustré par la figure 4. Le signal reçu $r[m]$ est de la forme de celui représenté par la figure 1. Ce signal reçu $r[m]$ est transmis à des moyens de balayage 81 des N canaux C_n . Les moyens de balayage 81 extraient de chacun de ces N canaux C_n le bloc \hat{b}_n reçu correspondant au bloc b_n émis. Les N blocs \hat{b}_n lus sont transmis aux moyens de recombinaison 82. Ces moyens de recombinaison 82 reconstitue à partir des N blocs \hat{b}_n lus dans les N canaux C_n un signal numérique $\hat{s}[m]$ correspondant au signal $s[m]$ émis sous la forme des N blocs b_n .

La figure 6 illustre un émetteur selon l'invention. L'émetteur proposé comporte Q chaînes d'émission, une par signal à émettre dans la bande de fréquences utile donnée. Chaque chaîne reçoit les données à émettre $d^q[m]$. Ces données $d^q[m]$ peuvent, par exemple, être codées par un code correcteur d'erreurs 10^q . Les données codées $c^q[m]$ peuvent être mélangées, notamment, à l'aide d'un entrelaceur 20^q . Le signal $s^q[m]$ est obtenu en sortie de tous les pré-traitements de la chaîne d'émission, tels que le codage correcteur d'erreur, l'entrelacement..., est alors traité par le modulateur 30^q selon l'invention.

Si l'émetteur (telle que celui illustré par la figure 6) comporte, plusieurs chaîne d'émission, les blocs b_n^q de chacune des Q chaînes d'émission peut être transmis à un multiplexeur 40 relié à une antenne 50. Lorsque la bande de fréquences utiles données est divisée en deux parties, la répartition des signaux émis par l'antenne 50 peut être représentée telle que sur la figure 3.

Si l'émetteur ne comporte qu'une chaîne d'émission, le modulateur 30 peut être relié directement à l'antenne 50. La répartition des signaux par les différents émetteurs sur la bande de fréquence utile donnée peut être effectuée en allouant aux émetteurs utilisant cette bande : le nombre N de parties, la ou les distances minimales entre les canaux et une fréquence à partir desquels l'émetteur sera capable de définir grâce aux

5 . moyens de définition 33 du modulateur 30 les canaux sur lesquels ils peut émettre sans interférer avec les autres émetteurs partageant cette bande.

La figure 7 illustre un récepteur selon l'invention. Ce récepteur de
5 signaux numériques est adapté à la réception de signaux numériques transmis sur une bande de fréquences utile donnée par un émetteur tel que celui de la figure 6.

10 L'antenne 60 transmet les signaux reçus sur la bande de fréquence utile donnée à des moyens de sélection 70. Ces moyens de sélection transmettent au démodulateur 80 le signal reçu $r[m]$ et les caractéristiques des canaux C_n^q comportant les blocs b_n^q du signal $s^q[m]$ que le récepteur doit reproduire. Le démodulateur 80 recombine ainsi les blocs \hat{b}_n^q lus dans les N canaux C_n^q en un signal $\hat{s}^q[m]$ correspondant au signal $s^q[m]$ émis.

15 Si l'émetteur comporte un entrelaceur 20, le récepteur comportera un désentrelaceur 90 associé afin de remettre en ordre le signal démodulé $\hat{s}^q[m]$. Le signal désentrelacé $\hat{c}^q[m]$ est transmis à un décodeur 100 lorsque l'émetteur comporte aussi un codeur de canal 10. Le décodeur 100 est associé au codeur de canal 20. En sortie du décodeur 100, le
20 récepteur fournit les données $\hat{d}^q[m]$ correspondant aux données émises $d^q[m]$.

Le récepteur peut aussi être envisagé avec un décodeur 100 et
sans désentrelaceur 90, lorsque l'émetteur comporte un codeur 10 mais
25 pas d'entrelaceur 20. La sortie du démodulateur 80 est alors relié directement à l'entrée du décodeur 100.

30 L'ensemble des dispositifs décrits par les figure 4 à 7 peuvent être utilisé pour la transmission numérique dans la bande FM , notamment pour la radiodiffusion. La qualité sonore ainsi obtenue avoisine celle des moyens de stockages audio numériques telle que celle du disque compact. En outre, la bande FM à l'avantage de permettre la diffusion de programme locaux : programmes musicaux régionaux, retransmission locale de concerts...

REVENDICATIONS

1. Procédé de modulation d'un signal numérique de largeur L en fréquence sur une bande de fréquences utile donnée caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
 - 5 – Une séparation du signal numérique en N bloc b_n ($1 \leq n \leq N$),
 - Un découpage de la bande de fréquences utile donnée en N parties P_n contiguës,
 - Une définition de canaux C_n de largeur I_n en fréquence, compris dans une partie P_n associée, les canaux C_n étant séparés,
 - 10 – Une répartition de chaque bloc de signaux numériques b_n sur le canal C_n associé.
2. Procédé de modulation selon la revendication précédente caractérisé en ce que les canaux C_n sont définis en tenant compte d'une distance minimale prédéterminée entre les canaux.
- 15 3. Procédé de modulation selon la revendication précédente caractérisée en ce qu'il comporte une étape de détermination de la distance minimale entre les canaux, la distance minimale étant déterminée en fonction du nombre N de canaux, de leur largeur I_n , et de la largeur moyenne de bande de fréquences affectée par le phénomène de fading plat.
- 20 4. Procédé de modulation selon la revendication précédente caractérisé en ce que la distance minimale est déterminée de telle sorte qu'une minorité de canaux C_n soient affectée par le phénomène de fading plat.
5. Procédé de modulation selon l'une quelconques des revendications précédentes caractérisé en ce que les canaux C_n sont de largeurs identiques et égales à un N ième de la largeur du signal numérique L :
 - 25 $I_n = L / N, \forall 1 \leq n \leq N$.
6. Procédé de modulation numérique selon l'une quelconques des revendications précédentes caractérisé en ce que :
 - Le signal numérique est séparé en $N = 2$ blocs b_n ,
 - 30 – La bande de fréquences utile donnée est découpée en $N = 2$ parties P_n ,
 - Le premier bloc b_1 est répartie sur un canal C_1 de largeur $L / 2$ compris dans la première partie P_1 de la bande de fréquences utile

donnée et le deuxième bloc b_1 est répartie sur un canal C_2 de largeur $L/2$ compris dans la deuxième partie P_2 de la bande de fréquences utile donnée.

7. Procédé de modulation selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la bande de fréquences utile donnée est la bande FM.

8. Modulateur de signaux numériques sur une bande de fréquences utile donnée mettant en œuvre le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 7 caractérisé en ce qu'il comporte :

- 10 – des moyens de séparation (31) du signal numérique en N bloc b_n ($1 \leq n \leq N$),
- des moyens de découpage (32) de la bande de fréquences utile donnée en N parties P_n contiguës,
- des moyens de définition (33) de canaux C_n de largeur I_n en
- 15 fréquence, compris dans une partie P_n associée,
- des moyens de répartition (34) de chaque bloc de signaux numériques b_n sur le canal C_n associé.

9. Démodulateur de signaux numériques transmis sur une bande de fréquences utile donnée par un émetteur comportant un modulateur selon la revendication 8 caractérisé en ce qu'il comporte :

- 20 – des moyens de balayage (81) des N canaux C_n permettant de lire les N blocs b_n de signaux répartis sur ces canaux,
- des moyens de recombinaison (82) des N blocs lus \hat{b}_n dans les N canaux C_n en un signal numérique $\hat{s}[m]$.

25 10. Émetteur de signaux numériques sur une bande de fréquences utile donnée comportant au moins une chaîne d'émission comportant un modulateur selon la revendication 8 caractérisé en ce que la chaîne d'émission comporte un codeur correcteur d'erreurs (10) transmettant au modulateur (30) le signal numérique codé $c^q[m]$.

30 11. Émetteur selon la revendication précédente caractérisé en ce que la chaîne d'émission comporte un entrelaceur (20) placé entre le codeur correcteur d'erreurs (10) et le modulateur (30).

12.Émetteur selon l'une quelconque des revendications 10 ou 11 caractérisé en ce que à chacune des Q chaînes d'émission est associée un ensemble de canaux $\{C_n^q\}$ distinct.

- 5 13.Récepteur de signaux numériques transmis sur une bande de fréquences utile donnée par un émetteur selon la revendication 10 comportant un démodulateur selon la revendication 9 en ce qu'il comporte un décodeur (100) associé au codeur correcteur d'erreurs (10) de l'émetteur recevant le signal numérique recombinaé $\hat{s}[m]$ par le démodulateur (80).
- 10 14.Récepteur de signaux numériques transmis sur une bande de fréquences utile donnée par un émetteur la revendication 11 comportant un démodulateur selon la revendication 9 en ce qu'il comporte :
- un désentrelaceur (90) associé à l'entrelaceur (20) de l'émetteur recevant le signal numérique recombinaé $\hat{s}[m]$ par le démodulateur (80),
 - 15 – un décodeur (100) associé au codeur correcteur d'erreurs (10) de l'émetteur recevant le signal numérique recombinaé désentrelacé $\hat{c}[m]$ par le désentrelaceur (90).
- 15 15. Utilisation de l'émetteur selon l'une quelconques des revendications 10 à 12 et du récepteur selon l'une quelconque des revendications 13 ou
- 20 14 pour la transmission de signaux numériques dans la bande FM.

1/3

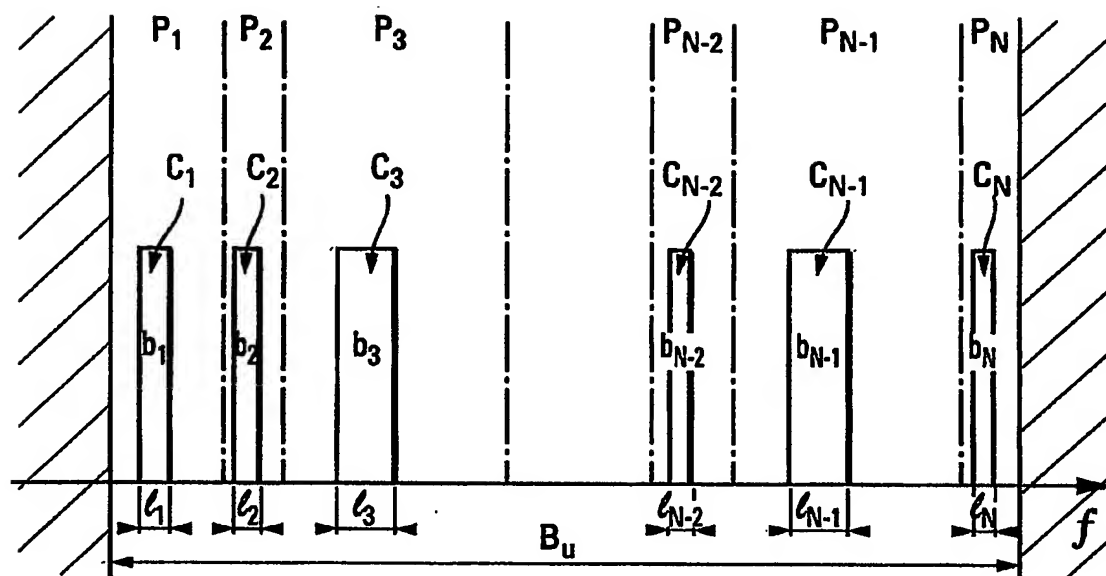


Fig. 1

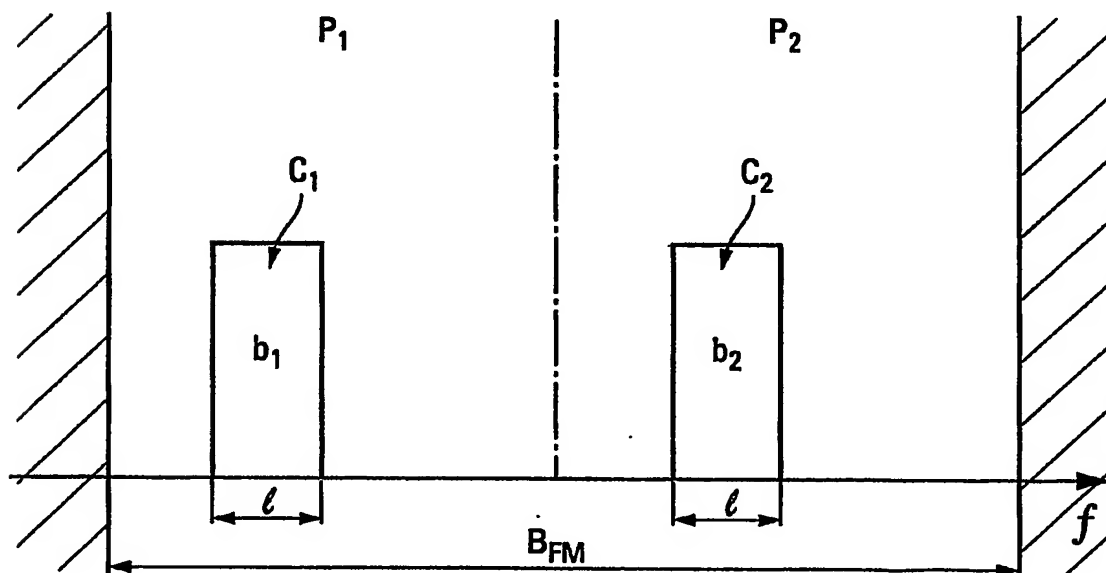


Fig. 2

2/3

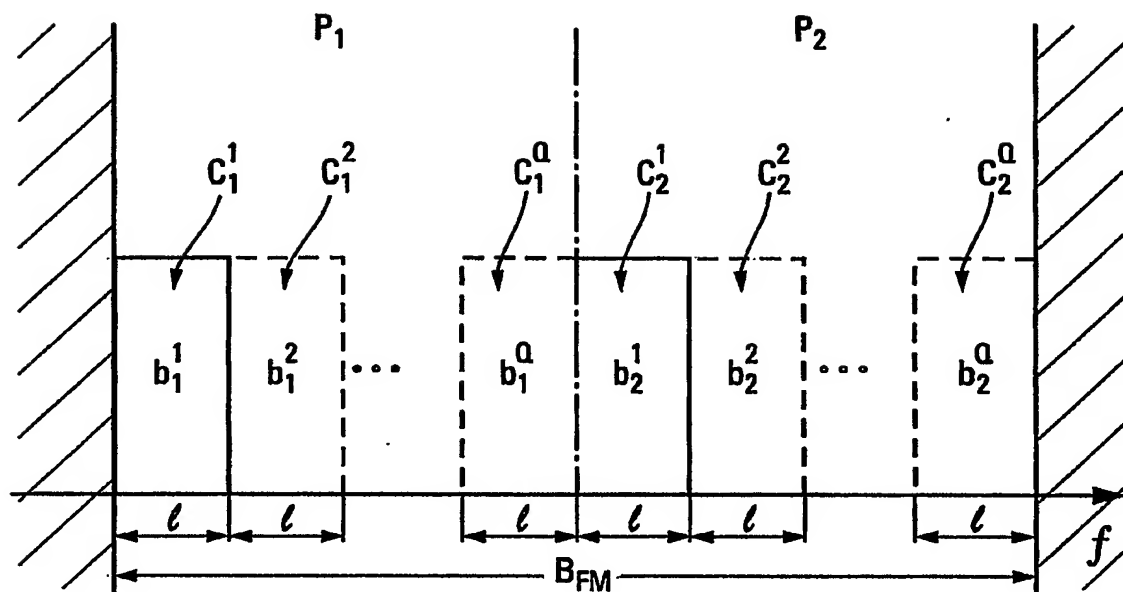


Fig. 3

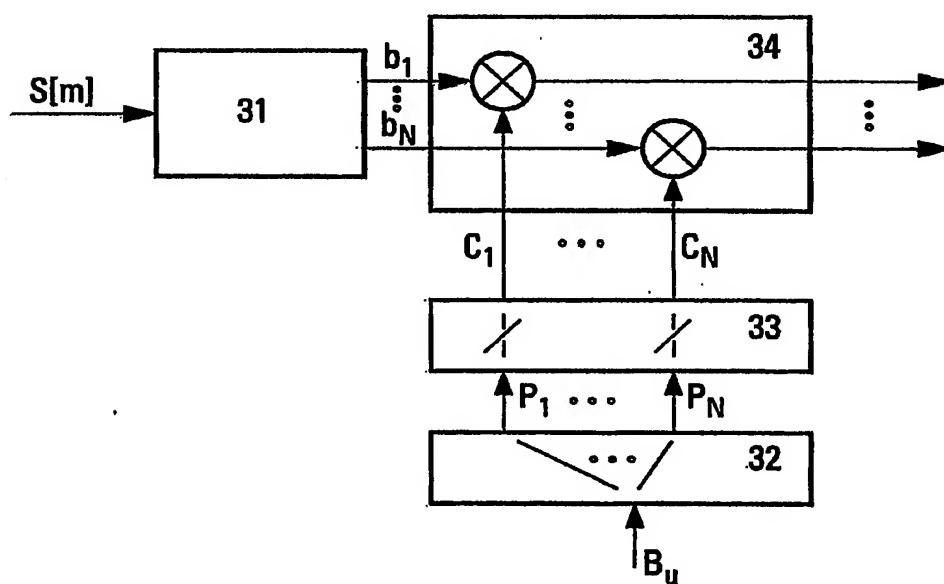


Fig. 4

3/3

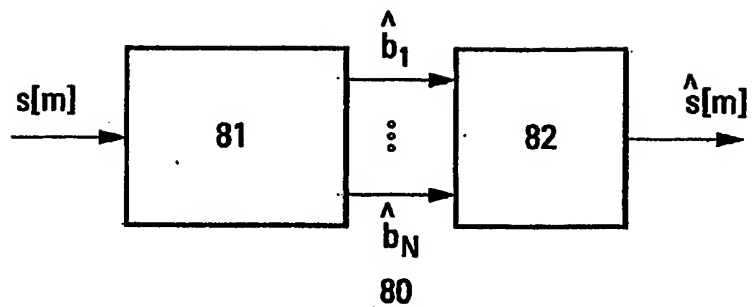


Fig. 5

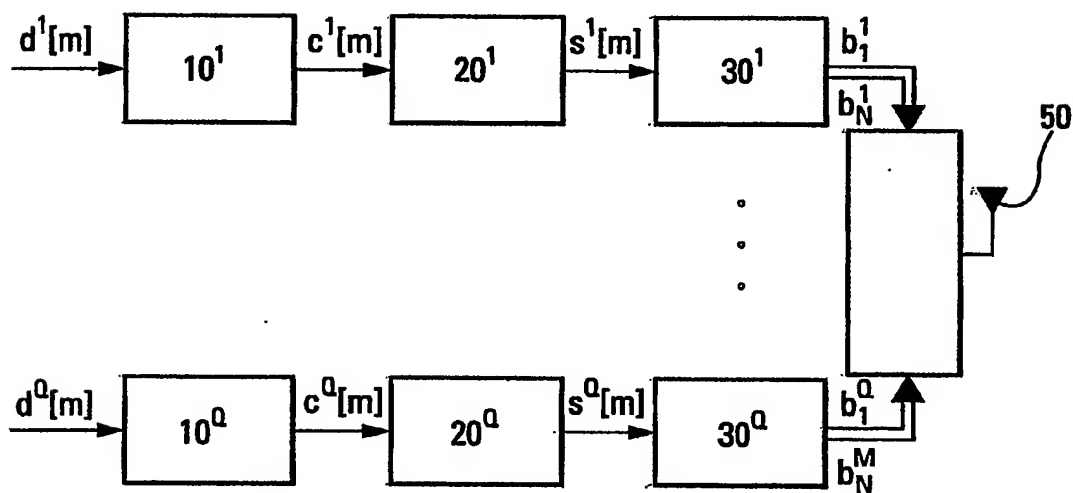


Fig. 6

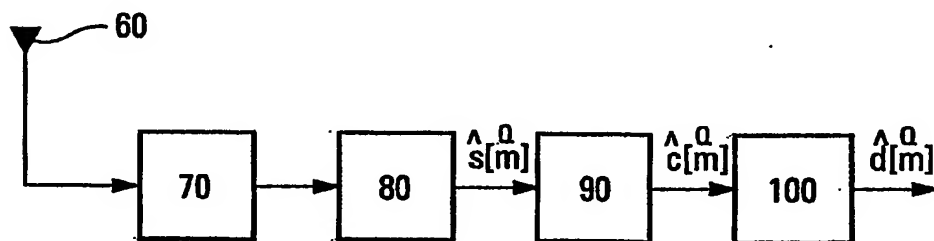


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/51003

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04L27/26 H04L5/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 00/31939 A (VAEAENAENEN JANNE ;LAAMANEN HEIKKI (FI); TELLABS OY (FI)) 2 June 2000 (2000-06-02) page 2, line 23 -page 3, line 24 figures 2,3	1,2, 7-11, 13-15 12
Y		
A		3-6
X	GB 2 271 693 A (MOTOROLA ISRAEL LTD) 20 April 1994 (1994-04-20) page 1, line 27 -page 2, line 7 page 9, line 16 - line 28 figures 1,2,7	1,5-11, 13-15 2-4,12
A		
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 April 2004

Date of mailing of the international search report

07/05/2004

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer:

Marselli, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/51003

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98/58471 A (NOKIA TELECOMMUNICATIONS OY ;LINDHOLM JARI (FI)) 23 December 1998 (1998-12-23)	1,7-11, 13-15
A	page 7, line 1 -page 8, line 7 page 8, line 15 - line 34 figures 3,4	2-6,12
Y	----- WONG C Y ET AL: "MULTIUSER OFDM WITH ADAPTIVE SUBCARRIER, BIT, AND POWER ALLOCATION" IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 17, no. 10, October 1999 (1999-10), pages 1747-1758, XP000854075 ISSN: 0733-8716	12
A	page 1748, right-hand column, line 7 - line 33 figure 1	1,8,10
A	----- LASSALLE R ET AL: "PRINCIPLES OF MODULATION AND CHANNEL CODING FOR DIGITAL BROADCASTING FOR MOBILE RECEIVERS" EBU REVIEW- TECHNICAL, EUROPEAN BROADCASTING UNION. BRUSSELS, BE, no. 224, 1 August 1987 (1987-08-01), pages 168-190, XP000560523 ISSN: 0251-0936 page 178, left-hand column, line 1 -right-hand column, line 29 figure 14	1,8-11, 13,14
A	----- BUREAU P ET AL: "DIGITAL BROADCASTING IN AM BANDS:A REALITY" ANNUAL BROADCAST ENGINEERING CONFERENCE PROCEEDINGS, XX, XX, April 1998 (1998-04), pages 105-113, XP000826782 abstract	1,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/51003

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0031939	A	02-06-2000	FI 982509 A AU 1561900 A WO 0031939 A2	20-05-2000 13-06-2000 02-06-2000
GB 2271693	A	20-04-1994	NONE	
WO 9858471	A	23-12-1998	FI 972346 A AU 7656098 A CN 1259248 T EP 0983656 A2 WO 9858471 A2 US 6477207 B1	03-12-1998 04-01-1999 05-07-2000 08-03-2000 23-12-1998 05-11-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/EP 03/51003

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H04L27/26 H04L5/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H04L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 00/31939 A (VAEAENAENEN JANNE ;LAAMANEN HEIKKI (FI); TELLABS OY (FI)) 2 juin 2000 (2000-06-02)	1,2, 7-11, 13-15
Y	page 2, ligne 23 -page 3, ligne 24	12
A	figures 2,3	3-6
X	GB 2 271 693 A (MOTOROLA ISRAEL LTD) 20 avril 1994 (1994-04-20)	1,5-11, 13-15
A	page 1, ligne 27 -page 2, ligne 7 page 9, ligne 16 - ligne 28 figures 1,2,7	2-4,12
	--- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

E document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

L document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

O document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

P document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

7 avril 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

07/05/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Marselli, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/EP 03/51003

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 98/58471 A (NOKIA TELECOMMUNICATIONS OY ;LINDHOLM JARI (FI)) 23 décembre 1998 (1998-12-23)	1,7-11, 13-15
A	page 7, ligne 1 -page 8, ligne 7 page 8, ligne 15 - ligne 34 figures 3,4	2-6,12
Y	----- WONG C Y ET AL: "MULTIUSER OFDM WITH ADAPTIVE SUBCARRIER, BIT, AND POWER ALLOCATION" IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 17, no. 10, octobre 1999 (1999-10), pages 1747-1758, XP000854075 ISSN: 0733-8716	12
A	page 1748, colonne de droite, ligne 7 - ligne 33 figure 1	1,8,10
A	----- LASSALLE R ET AL: "PRINCIPLES OF MODULATION AND CHANNEL CODING FOR DIGITAL BROADCASTING FOR MOBILE RECEIVERS" EBU REVIEW- TECHNICAL, EUROPEAN BROADCASTING UNION. BRUSSELS, BE, no. 224, 1 août 1987 (1987-08-01), pages 168-190, XP000560523 ISSN: 0251-0936 page 178, colonne de gauche, ligne 1 -colonne de droite, ligne 29 figure 14	1,8-11, 13,14
A	----- BUREAU P ET AL: "DIGITAL BROADCASTING IN AM BANDS:A REALITY" ANNUAL BROADCAST ENGINEERING CONFERENCE PROCEEDINGS, XX, XX, avril 1998 (1998-04), pages 105-113, XP000826782 abrégé	1,8

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/EP 03/51003

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0031939	A	02-06-2000	FI 982509 A	20-05-2000
			AU 1561900 A	13-06-2000
			WO 0031939 A2	02-06-2000
GB 2271693	A	20-04-1994	AUCUN	
WO 9858471	A	23-12-1998	FI 972346 A	03-12-1998
			AU 7656098 A	04-01-1999
			CN 1259248 T	05-07-2000
			EP 0983656 A2	08-03-2000
			WO 9858471 A2	23-12-1998
			US 6477207 B1	05-11-2002